



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



EP 1 422 403 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.05.2004 Patentblatt 2004/22

(51) Int Cl.⁷: **F02C 7/143**, F02C 3/30,
F02C 7/045, F01N 3/04

(21) Anmeldenummer: 03104186.6

(22) Anmeldetag: 13.11.2003

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(71) Anmelder: **Alstom Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:

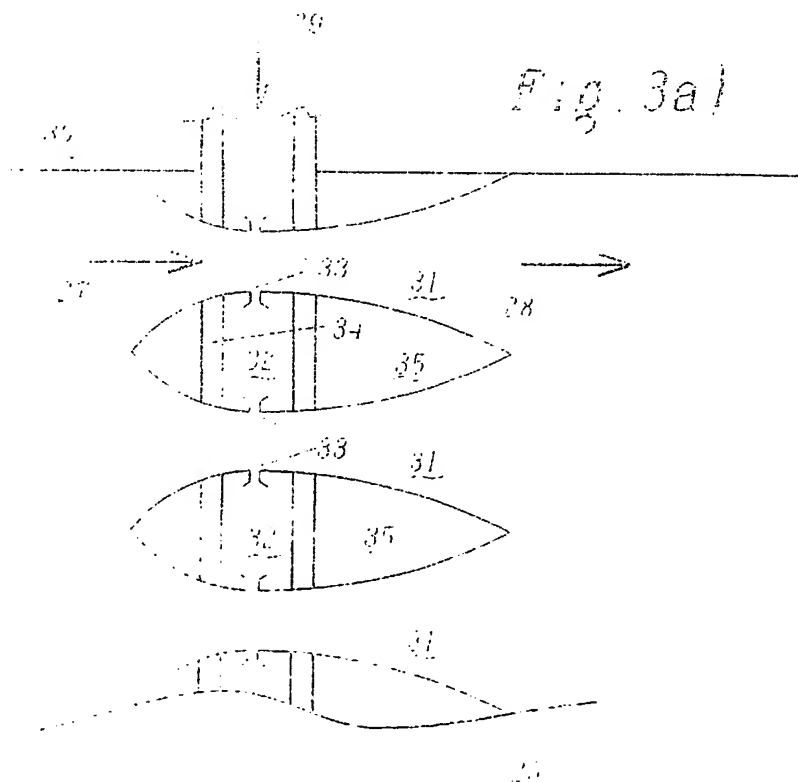
- **Bolis, Giacomo**
8050 Zürich (CH)
- **Frutschi, Hans Ulrich**
5223 Riniken (CH)

(30) Priorität: 25.11.2002 DE 10254825

(54) Wassersprühvorrichtung für Gasturbinen

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wassersprühvorrichtung (26) zur Einbringung von Wasser und/oder Dampf in einen Ansaugluftstrom (10, 27) einer Gasturbine (1-3). Erfindungsgemäss weist dabei die Wassersprühvorrichtung (26) Mittel (31,35) zur Schalldämpfung auf. Diese Mittel können insbesondere in Form von Venturi-Rohren (31) ausgebildet sein, wobei

das Wasser (29) dem Luftstrom (27) über an der engsten Stelle angeordnete Düsen (33) zugeführt wird. Auf diese Weise lässt sich die Eindüsung von Wasser zur Leistungserhöhung oder zur allgemeinen Regulierung der Gasturbine gleichzeitig mit einem Schalldämpfer kombinieren, dies bei einer vergleichsweise einfachen Konstruktion.



EP 1 422 403 A1

Printed by Jouve 75001 PARIS (FR)

ENSDOCID <EP 1402407A1 I >

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wassersprühvorrichtung zur Einbringung von Wasser und/oder Dampf in einen Ansaugluftstrom einer Gasturbine, sowie ein Verfahren zur Leistungserhöhung einer Gasturbine.

STAND DER TECHNIK

[0002] Es ist bekannt, dass die Zuführung von Wasser oder Dampf, oder anderen geeigneten Flüssigkeiten respektive Mischungen von Flüssigkeiten in das Arbeitsmedium einer Gasturbine dazu verwendet werden kann, die durch eine Gasturbine erzeugbare Leistung zu erhöhen. Die zusätzliche Leistung wird dabei auf der einen Seite durch die Kühlwirkung des zugeführten Wassers ermöglicht, welche eine höhere Befeuerung der Gasturbine erlaubt. Auf der anderen Seite wird durch die Zuführung von Wasser respektive Dampf der Massenstrom, welcher die Turbinenblätter passiert, erhöht und damit auch die Leistung.

[0003] Wasser kann dabei entweder in Form von Dampf, d. h. in Form von Luftbefeuchtung zugeführt werden, oder aber in Form von kleinen Tropfen. Wasser kann mit anderen Worten oberhalb der Sättigungsgrenze zugeführt werden. Diese Technik, welche als "overfogging" bekannt ist, wird üblicherweise durchgeführt, indem kleine Flüssigkeitstropfen einer bestimmten Grösse dem Luftstrom zugeführt werden, welcher in den Kompressor eingeleitet wird (so genannte "wet compression"). Diese Technik erlaubt es, die verfügbare Leistung der Gasturbine zu erhöhen, weil die zur Verdichtung der Eintrittsluft erforderliche Arbeit reduziert wird. Dies infolge der Tatsache, dass die Verdampfungsentnergie des Eintrittsluftstroms diesen kühlt, wenn er die Kompressorstufen passiert.

[0004] Es gibt eine Vielzahl von Dokumenten, welche diese so genannte "wet compression" im Zusammenhang mit Gasturbinen beschreiben. So z. B. die US 5,930,990 sowie deren continuation-in-part, die US 5,867,977, welche beide einen Apparat sowie ein Verfahren zur Erhöhung der Leistung einer Gasturbine beschreiben unter Verwendung von "wet compression". Auf der anderen Seite beschreibt die WO 00/50739 eine spezielle Vorrichtung zur Überwachung von destruktiver "wet compression", d. h. eine Vorrichtung, welche die bei diesem Verfahren auftretenden Verzerrungen der Gasturbine überwacht und gegebenenfalls die Zuführung von Wasser entsprechend steuert. Ein anderes Dokument in diesem Zusammenhang ist die US 6,216,443, in welchem ebenfalls eine Vorrichtung beschrieben wird, mit welcher kleine Flüssigkeitstropfen in den Eintrittsluftstrom des Kompressors eingebracht werden, wobei diese Einbringung zwischen Kompressor und stromab eines Schalldämpfers (so genannter

"silencer") erfolgt. Die Tropfen, welche dem Luftstrom zugeführt werden, weisen dabei eine spezifische Tropfengrösse von zwischen 1 Mikrometer bis 50 Mikrometer auf. Eine weitere Schrift des gleichen Anmelders, die US 6,378,284, die Stammanmeldung zur genannten US 6,216,443, beschreibt eine Gasturbine, bei welcher Flüssigkeitstropfen dem Luftstrom vor dem Kompressor zugegeben werden, wobei diese Flüssigkeitstropfen wenigstens teilweise vor dem Eintritt in den Kompressor verdampfen und damit den Luftstrom kühlen, und anschliessend im Kompressor unter weiterer Abkühlung des Luftstroms vollständig verdampfen. Die Flüssigkeitstropfen werden dabei stromab eines Eintrittsblechs mit Luftschlitzen, hinter welchem üblicherweise ausserdem ein Luftfilter oder ein Schalldämpfer angeordnet ist, in den Luftstrom eingebracht.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Der Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, eine Wassersprühvorrichtung zur Einbringung von Wasser und/oder Dampf in einen Ansaugluftstrom einer Gasturbine zur Verfügung zu stellen. Derartige Wassersprühvorrichtungen werden, wie bereits eingangs erwähnt, zur Erhöhung der Leistung von Gasturbinen eingesetzt, da sich durch deren Verwendung der Massenstrom erhöht und die Temperaturen erniedrigt werden, somit eine höhere Befeuerung bei gleicher Materialbelastung ermöglicht wird.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe wird dadurch erreicht, dass die Wassersprühvorrichtung Mittel zur Schalldämpfung aufweist.

[0007] Der Kern der Erfindung besteht somit darin, nicht, wie nach dem Stand der Technik üblich, z. B. ein einfaches Gitter als Wassersprühvorrichtung zu verwenden, sondern vielmehr eine Wassersprühvorrichtung, welche zusätzlich die im Zusammenhang mit der Einleitung der Eintrittsluft in den Kompressor entstehende hohe Schallbelastung zu reduzieren in der Lage ist. So kann entweder auf die Verwendung eines weiteren Schalldämpfers im Eintrittsluftstrom gänzlich verzichtet werden, oder aber es ist möglich, eine derartige Wassersprühvorrichtung mit einem bereits bestehenden Schalldämpfer zu kombinieren und so die Schallbelastung weiter zu reduzieren. Überraschenderweise kann so in einfacher Konstruktion entweder auf einen Schalldämpfer verzichtet werden oder aber die Schallbelastung weiter reduziert werden. Entsprechend eignet sich eine derartige Wassersprühvorrichtung ganz besonders im Zusammenhang mit der Nachrüstung von bereits bestehenden Anlagen.

[0008] Bekannte Schalldämpfer sind üblicherweise in Form von parallel zum Luftstrom und nebeneinander angeordneten Paketen von Röhren ausgebildet. Gemäss einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden entsprechend die Mittel als mehrere, im wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung des Ansaugluftstroms angeordnete röhrenför-

mige Elemente ausgebildet. Überraschenderweise zeigt es sich, dass sich eine derartige schalldämpfende Konstruktion sehr gut mit der Einbringung von Wasser und/oder Dampf respektive von kleinen Wassertropfen kombinieren lässt, und dass sich sogar die Tropfenbildung durch die Strömungsverhältnisse in einer derartigen Röhrenkonstruktion vereinfacht bewerkstelligen lässt. Die schalldämpfende Wirkung einer derartigen Konstruktion lässt sich weiterhin verbessern, indem Hohlräume zwischen den Elementen schalldämpfend ausgebildet sind. Dies ist zum Beispiel möglich, indem entweder die röhrenförmigen Elemente mit entsprechenden Beschichtungen versehen werden, oder indem diese Zwischenräume mit speziellen, schalldämpfenden Materialien wie z. B. Schäumen ausgefüllt werden.

[0009] Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird Wasser (z. B. in Form von kleinen Tropfen mit einer Tropfengrösse von im Bereich von 10 bis 50 µm) und/oder Dampf über Düsen in den Ansaugluftstrom eingebracht, wobei die Düsen auf der Innenseite der röhrenförmigen Elemente angeordnet sind, und das Wasser in den Innenraum eindüsen. Bevorzugt sind dabei pro Element wenigstens zwei Düsen auf dem Umfang verteilt vorhanden. Typischerweise werden z. B. 4 Düsen auf dem Umfang verteilt, wobei die Düsen entweder in Strömungsrichtung versetzt angeordnet sein können, oder aber in Strömungsrichtung auf der gleichen Höhe auf einem Umfang.

[0010] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die röhrenförmigen Elemente entlang ihrer Länge einen variablen Durchmesser aufweisen. Es muss sich mit anderen Worten nicht, wie dies üblicherweise bei Schalldämpfern der Fall ist, um zylindrische röhrenförmige Elemente handeln. Bevorzugt weisen die röhrenförmigen Elemente im mittleren Bereich eine Verjüngung auf, wobei die Verjüngung insbesondere derart ausgebildet ist, dass die Elemente eintrittseitig und austrittseitig im wesentlichen den gleichen Durchmesser aufweisen, und im mittleren Bereich einen um 20 bis 30% geringeren Durchmesser aufweisen. Mit anderen Worten verfügen die röhrenförmigen Elemente über eine Ausgestaltung wie ein Venturi-Rohr. Werden derartige spezielle röhrenförmige Elemente mit wenigstens einer Verjüngung verwendet, so zeigt es sich, dass die Einbringung von Wassertropfen in den Luftstrom ganz besonders gut unterstützt wird, wenn die Düsen im Bereich der Verjüngung angeordnet sind. Die Tropfenbildung wird dabei durch die im Bereich der Verjüngung erhöhte Strömungsgeschwindigkeit des Luftstroms unterstützt und entsprechend kann auf die üblicherweise verwendeten sehr komplexen und präzisen Düsen zur Erzeugung von Tröpfchen definierter Grösse unter Umständen verzichtet werden, da durch die Strömungsverhältnisse automatisch die Tröpfchen aufgerissen werden.

[0011] Eine andere bevorzugte Ausführungsform der

Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei tragende Wände im wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung des Ansaugluftstroms angeordnet sind, zwischen welchen das Wasser zugeführt wird, und in welche die röhrenförmigen Elemente in durch die Wände hindurchtretender Weise eingelassen sind. So ergibt sich eine besonders stabile Konstruktion, welche ausserdem die Wasserzuführung zu den Düsen vereinfacht.

[0012] Weitere bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemässen Wassersprühvorrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0013] Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Leistungserhöhung oder Leistungsregelung einer Gasturbine unter Verwendung einer Wassersprühvorrichtung, wie sie weiter oben beschrieben ist. Insbesondere bevorzugt wird dabei die Wassersprühvorrichtung derart angeordnet, dass das Wasser im wesentlichen unmittelbar stromauf einer ersten Kompressorstufe und/oder einer zweiten Kompressorstufe und gegebenenfalls stromab eines weiteren Schalldämpfers in den Ansaugluftstrom eingeblas wird.

[0014] Weitere bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemässen Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0015] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Gasturbinenanlage mit zwei Kompressorstufen;
- Fig. 2 eine weitere schematische Darstellung einer Gasturbinenanlage und deren Luftzuführung zum Kompressor;
- Fig. 3a) einen Schnitt durch eine Wassersprühvorrichtung senkrecht zum Luftstrom; b) eine Ansicht parallel zum Luftstrom auf eine Wassersprühvorrichtung gemäss Fig. 3a); und
- Fig. 4 einen detaillierten Teilschnitt durch ein einzelnes Venturi-Element einer Wassersprühvorrichtung.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0016] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine Gasturbinenanlage, bei welcher typischerweise eine Wassersprühvorrichtung gemäss der Erfindung finden kann. Die Anlage verfügt über eine erste Kompressorstufe 1, welche die Ansaugluft 10 auf eine erste Druckstufe bringt, sowie über eine zweite Kompressorstufe 2, bei welcher der teilweise komprimierte Ansaugluftstrom 11 auf die endgültige Druckstufe ange-

hoben wird. Die vollständig komprimierte Ansaugluft 12 wird anschliessend einer Brennkammer 8 zugeführt, in welcher Brennstoff 9 verbrannt wird. Die heissen Verbrennungsgase 13 werden einer Gasturbine 3 zugeleitet, darin entspannt und die dabei entstehenden entspannten immer noch heissen Gase 14 werden in einem der Gasturbine 3 nachgeschalteten Abhitzekeessel 15 weiter abgekühlt und erst stromab davon über ein Kamin 16 an die Umwelt abgegeben. Die beiden Kompressorstufen 1 und 2 sowie die Gasturbine 3 sind auf einer gemeinsamen Welle 6 angeordnet, diese Welle 6 treibt einen Generator 5 an. Im Abhitzekeessel 15 wird zugeführtes Wasser 17 in einem gegebenenfalls mehrstufigen Prozess erhitzt und verdampft, und der entstehende Dampf 18 wird in einer Dampfturbine 4 zur weiteren Energiegewinnung entspannt. Die Dampfturbine 4 kann entweder an einem separaten Generator angeschlossen sein, oder aber, wie in Fig. 1 dargestellt, über eine Kopplung 7 an der gemeinsamen Welle 6 den gleichen Generator 5 antreiben.

[0017] Zur Leistungserhöhung wird nun über eine Wassersprühvorrichtung dem Ansaugluftstrom 10 Wasser 20 in Tröpfchenform zugeführt. In Fig. 1 ist dargestellt, wie Wasser vor der ersten Kompressorstufe 1 zugeführt wird, es ist aber möglich alternativ oder zusätzlich auch Wasser in den Pfad der teilweise komprimierten Ansaugluft 11 einzubringen.

[0018] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des Ansaugluftpfades einer Gasturbinenanlage nach Fig. 1. Typischerweise wird die Ansaugluft 10 zunächst durch einen Filter 23 geführt, wobei diesem Filter gegebenenfalls ein mit Luftschlitzen versehene Wandung oder ein Blech vorgeschaltet ist. Ebenfalls im Pfad der Ansaugluft 10 befindet sich ein Schalldämpfer 25, welcher den beim Ansaugen entstehenden Lärm unterdrücken soll. Die erfindungsgemässen Wassersprühvorrichtungen lassen sich in einem derartigen Ansaugpfad an unterschiedlichen Stellen anbringen. Einerseits ist es möglich, sie z. B. in Form einer Kühleinheit 24 stromab des Filters 23 und stromauf des Schalldämpfers 25 anzubringen. Da eine derartige Wassersprühvorrichtung ja selber über schalldämpfende Eigenschaften verfügt, kann grundsätzlich auch auf einen Schalldämpfer 25 verzichtet werden. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, eine derartige Wassersprühvorrichtung stromab des Schalldämpfers 25 anzuordnen. Dabei können derartige Wasser-Vernebelungsgitter bei einem gekrümmten Pfad, wie in Fig. 2 dargestellt, wo zunächst auf einer höheren Ebene ein Ansaugluft-Kanal 22 vorhanden ist und nach einer Umlenkung ein Ansaugluft-Kollektor 21, an unterschiedlichen Stellen angeordnet werden. Entweder innerhalb des Ansaugluft-Kanals 22 unmittelbar stromab des Schalldämpfers 25, wie mit dem Bezugszeichen 26c angedeutet ist, oder aber direkt bei der Stelle der Umlenkung gemäss Bezugszeichen 26a oder im wesentlichen unmittelbar vor dem Eingang in den Kompressor 1/2, wie dies mit dem Bezugszeichen 26b angedeutet ist.

[0019] Wie sich eine erfindungsgemässe Wassersprühvorrichtung 26, welche gleichzeitig auch eine schalldämpfende Wirkung aufweist, tatsächlich konstruieren lässt, ist in Fig. 3 beispielhaft dargestellt. Die Wassersprühvorrichtung 26 umfasst dabei rohrförmige Elemente, welche in Fig. 3 als Venturi-Rohre 31 ausgebildet sind. Mit anderen Worten handelt es sich bei den Elementen 31 nicht um zylindrische Elemente sondern vielmehr um Röhren, welche im mittleren Bereich eine Verjüngung aufweisen. Die Strömung Geschwindigkeit in diesem Bereich der Verjüngung ist dabei wesentlich höher als beim Eintritt respektive beim Austritt aus der Röhre. Die einzelnen Venturi-Rohre 31 sind parallel nebeneinander in Strömungsrichtung der Ansaugluft angeordnet. Die einzelnen Venturi-Rohre 31 können kreisrunden Querschnitt aufweisen, wie dies in Fig. 3b) dargestellt ist, es ist aber auch möglich, um eine möglichst dichte Packung zu erlauben, die einzelnen Elemente mit vieleckigem Querschnitt auszubilden, z. B. als 6-ecke, sodass sich eine bienenwabenartige Anordnung realisieren lässt, bei welcher die Zwischenräume möglichst klein ausfallen. Wie in Fig. 3a erkennbar, wird die tragende Struktur einer derartigen Vorrichtung durch wenigstens zwei Wände 34 realisiert. Zwischen den zwei parallel zueinander und senkrecht zum Luftstrom angeordneten Wänden 34 kann in einfacher Weise die Zuführung des Wassers 29 realisiert werden. Die beiden Wände 34 verfügen entsprechend über Bohrungen, in welche die Venturi-Rohre 31 eingelassen respektive eingeschweisst sind. Die Ansaugluft 27 tritt in die einzelnen Elemente ein, und durch die Verjüngung des Querschnitts erhöht sich im Bereich dieser Verjüngung die Strömungsgeschwindigkeit. Im Bereich der Verjüngung sind auf dem Umfang einzelne Düsen 33 angeordnet, durch welche das zugeführte Wasser 29 in den mit hoher Geschwindigkeit strömenden Luftstrom eingedüst wird. Wie in Fig. 3b) sichtbar, sind z. B. 6 Düsen auf dem Umfang verteilt. Dabei werden die Düsen bevorzugt so ausgewählt, dass sich Tröpfchen einer Grösse im Bereich von 1 bis 50 µm ausbilden. Die Tröpfchenbildung wird durch die spezifische Strömung innerhalb des Venturi-Rohres 31 an der engsten Stelle weiter unterstützt. Entsprechend tritt stromab der Wassersprühvorrichtung 26 befeuchtete Luft 28 aus. Im Zwischenraum zwischen den einzelnen Venturi-Röhren 31 bilden sich Hohlräume 35. Diese Hohlräume können zur weiteren Unterstützung der schalldämpfenden Wirkung mit entsprechenden Materialien ausgefüllt werden. Dazu eignen sich z. B. spezielle Ausschäumungen. Die schalldämpfende Wirkung kann weiterhin durch entsprechende aus dem Bereich des Baus von Schalldämpfern konventioneller Art bekannte Beschichtungen unterstützt werden.

[0020] Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer spezifischen Bauweise eines derartigen Venturi-Rohres 31. Zur Bildung einer gesamten Wassersprühvorrichtung werden derartige Venturi-Rohre 31 in möglichst dichter Packung nebeneinander angeordnet. Das

Venturi-Rohr 31 ist in diesem Fall aus einzelnen Elementen aufgebaut, um die Konstruktion zu vereinfachen. Auf der Anströmseite befindet sich ein Einlasselement 36, welches gewissermassen trompetenförmig ausgebildet ist. Das Rohr 31 verfügt in seinem verjüngten Bereich über einen zylindrischen Abschnitt, welcher durch ein Ringelement 37 gebildet wird. Dieses Ringelement 37 verfügt auf seinem Umfang verteilt über in diesem Fall 4 Bohrungen, welche als Düsen 33 wirken. Stromab dieses Ringelements 37 ist ein Auslasselement 38 angeordnet, welches den Strömungsquerschnitt im wesentlichen auf den Strömungsquerschnitt beim Eintritt in das Element 36 erweitert und als Diffusor wirkt.

[0021] Diese Bauweise erlaubt eine einfache Konstruktion einer solchen Wassersprühvorrichtung, da in die zwei Seitenwände 34, zwischen welchen das Wasser 29 zugeführt wird, einfach entsprechend beabstandete durchgängige Bohrungen zur Verfügung gestellt werden müssen. Anschliessend können in diese Bohrungen die Ringelemente 37, welche über die präzise anzufertigenden Öffnungen 33 verfügen, eingesetzt werden und mit den Wänden 34 verschweisst werden. Alternativ ist es möglich, die Bohrungen mit einem Innengewinde zu versehen und die Ringelemente 37 mit einem entsprechenden Aussengewinde, sodass die Ringelemente 37 einfach in die Bohrungen eingeschraubt werden können. Anschliessend werden anströmseitig die Einlasselemente 36 in entsprechende im Ringelement 37 vorgesehene stufenförmige Erweiterungen eingesetzt, sodass die Innenwandung des entstehenden Rohres 31 möglichst glatt wird. Wiederum können die Elemente 36 entweder mit dem Ringelement 37 verschweisst oder verschraubt werden. Analog werden von der der Strömung abgewandten Seite her die Auslasselemente 38 in entsprechende Erweiterungen des Ringelementes 37 eingelassen und fest mit diesem verbunden.

[0022] Typischerweise verfügen derartige Venturi-Rohre 31 über einen Durchmesser beim Eintritt respektive Austritt von im Bereich von 20 bis 100 mm, und im verjüngten Bereich über einen Durchmesser von 30 bis 60 mm. Normalerweise sollte das Verhältnis zwischen Durchmesser am Eintritt und schmalster Stelle nicht grösser sein als 2, damit der durch die Verjüngung auftretende Strömungswiderstand im Ansaugpfad und die damit verbundenen Wirkungsgradverluste nicht zu gross werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0023]

- 1 erste Kompressorstufe (niedriger Druck)
- 2 zweite Kompressorstufe (hoher Druck)
- 3 Gasturbine

- 4 Dampfturbine
- 5 Generator
- 5 6 Welle
- 7 Kupplung
- 8 Brennkammer
- 10 9 Brennstoffleitung, Brennstoff
- 10 Ansaugluft
- 15 11 teilweise komprimierte Ansaugluft
- 12 verdichtete Luft
- 13 heisse Verbrennungsluft, Heissgas
- 20 14 Abgas
- 15 Abhitzekeessel
- 25 16 Kamin
- 17 Leitung zum Abhitzekeessel (Wasser)
- 18 Leitung vom Abhitzekeessel (Dampf)
- 30 19 Ausgang der Dampfturbine
- 20 Zuführung von Wasser zur Ansaugluft
- 35 21 Ansaugluft-Kollektor
- 22 Ansaugluft-Kanal
- 23 Filter
- 40 24 Kühleinheit
- 25 Schalldämpfer
- 45 26 Wasser-Vernebelungsgitter
- 27 Ansaugluft vor Vernebelungsgitter
- 28 befeuchtete Luft hinter Vernebelungsgitter
- 50 29 zugeführtes Wasser
- 30 Seitenwand von 21 respektive 22
- 55 31 Venturi-Rohr
- 32 Kanal für 29

33 Düsen

34 Seitenwände von 32

35 Hohlräume zwischen 31

36 Einlasselement von 31

37 Ringelemente

38 Auslasselement von 31

sind.

Patentansprüche

1. Wassersprühvorrichtung (26) zur Einbringung von Wasser und/oder Dampf in einen Ansaugluftstrom (10, 27) einer Gasturbine (1-3),
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Wassersprühvorrichtung (26) Mittel (31,35) zur Schalldämpfung aufweist.

2. Wassersprühvorrichtung (26) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (31,35) als mehrere, im wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung des Ansaugluftstroms (10,27) angeordnete röhrenförmige Elemente (31) ausgebildet sind.

3. Wassersprühvorrichtung (26) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Hohlräume zwischen den Elementen (31) schalldämpfend ausgebildet sind.

4. Wassersprühvorrichtung (26) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Wasser und/oder Dampf über Düsen (33) in den Ansaugluftstrom eingebracht wird, wobei die Düsen (33) auf der Innenseite der röhrenförmigen Elemente (31) angeordnet sind, und das Wasser in den Innenraum eindüsen, und wobei bevorzugt pro Element (31) wenigstens zwei Düsen (33) auf dem Umfang verteilt vorhanden sind.

5. Wassersprühvorrichtung (26) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die röhrenförmigen Elemente (31) entlang ihrer Länge einen variablen Durchmesser aufweisen, wobei sie insbesondere bevorzugt im mittleren Bereich eine Verjüngung aufweisen, wobei die Verjüngung insbesondere derart ausgebildet ist, dass die Elemente (31) eintrittseitig und austrittseitig im wesentlichen den gleichen Durchmesser aufweisen, und im mittleren Bereich einen um 20 bis 30 % geringeren Durchmesser aufweisen.

6. Wassersprühvorrichtung (26) nach den Ansprüchen 4 und 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsen (33) im Bereich der Verjüngung angeordnet

7. Wassersprühvorrichtung (26) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei tragende Wände (34) im wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung des Ansaugluftstroms (10,27) angeordnet sind, zwischen welchen das Wasser (29) zugeführt wird, und in welche die röhrenförmigen Elemente (31) in durch die Wände (34) hindurchtretender Weise eingelassen sind.

8. Wassersprühvorrichtung (26) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Wasser mit einer Tröpfchengröße im Bereich von 10 bis 50 µm in den Ansaugluftstrom (10, 27) über Düsen (33) eingedüst wird.

9. Verfahren zur Leistungserhöhung oder Leistungsregelung einer Gasturbine (1-3) unter Verwendung einer Wassersprühvorrichtung (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wassersprühvorrichtung (26) das Wasser im wesentlichen unmittelbar stromauf einer ersten Kompressorstufe (1) und/oder einer zweiten Kompressorstufe (2) und gegebenenfalls stromab eines weiteren Schalldämpfers (25) in den Ansaugluftstrom (10, 11, 27) eindüst.

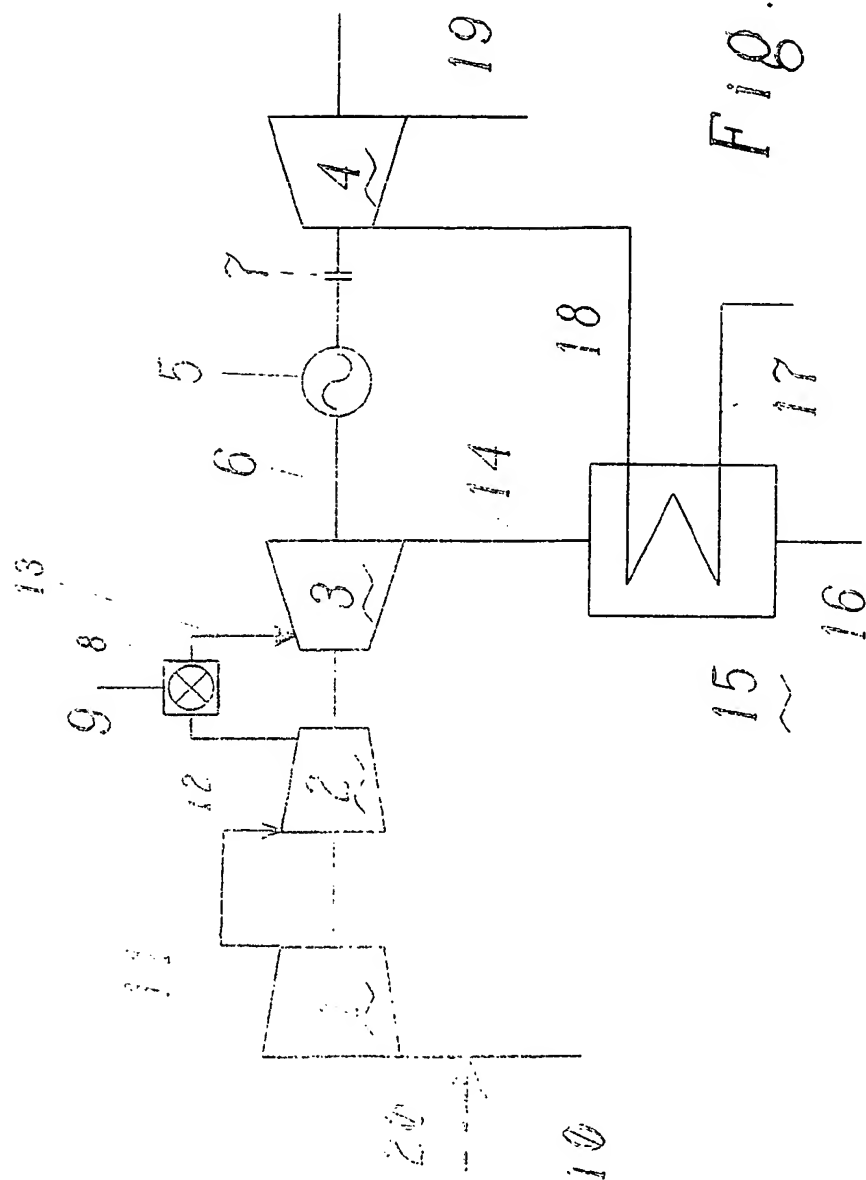


Fig. 1

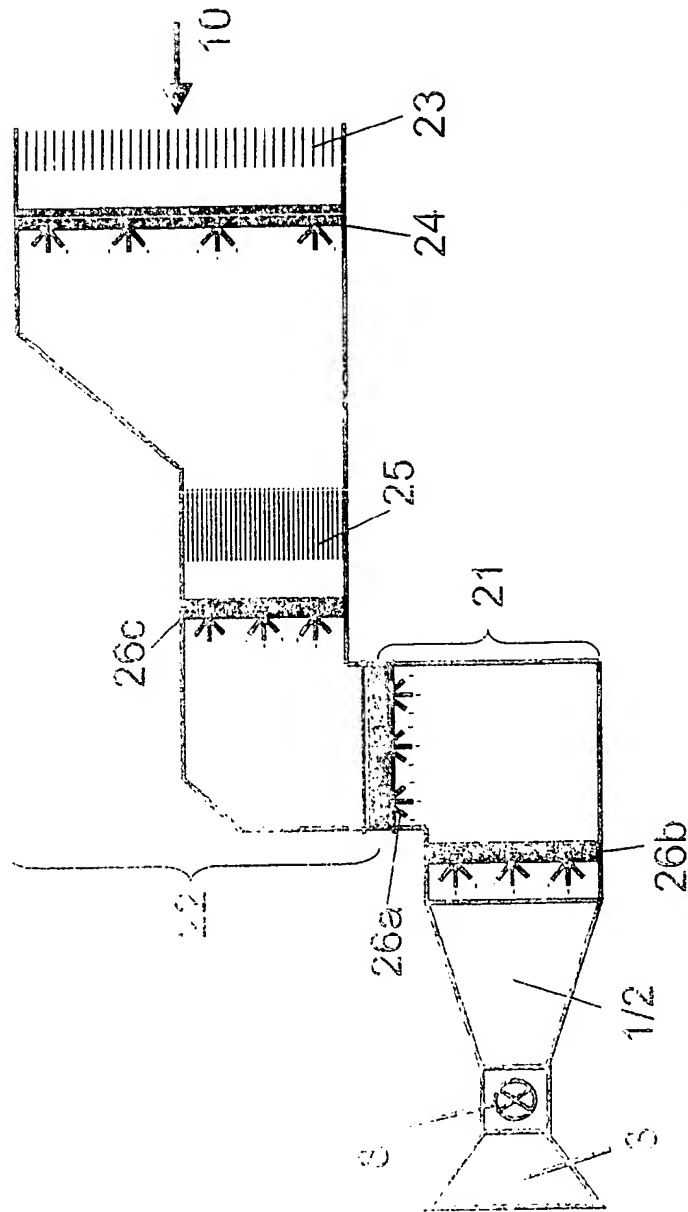
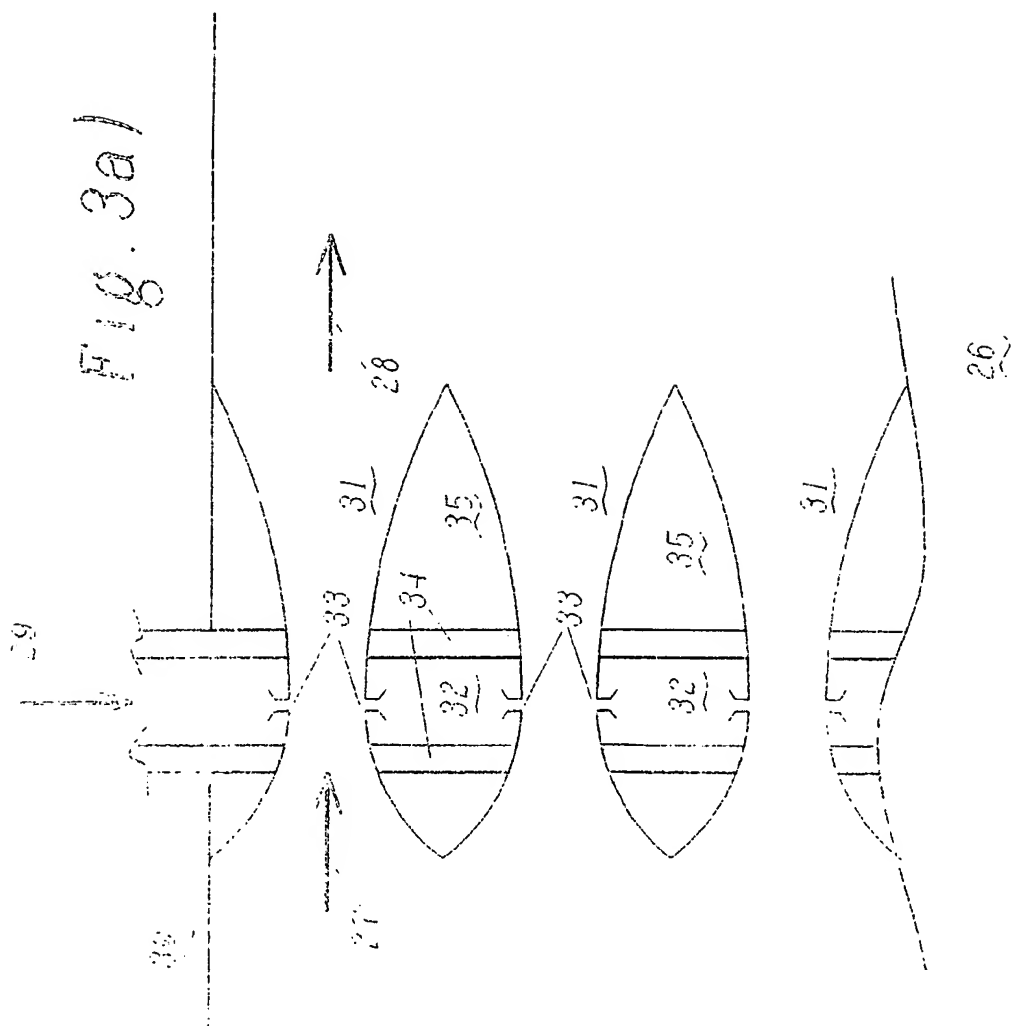
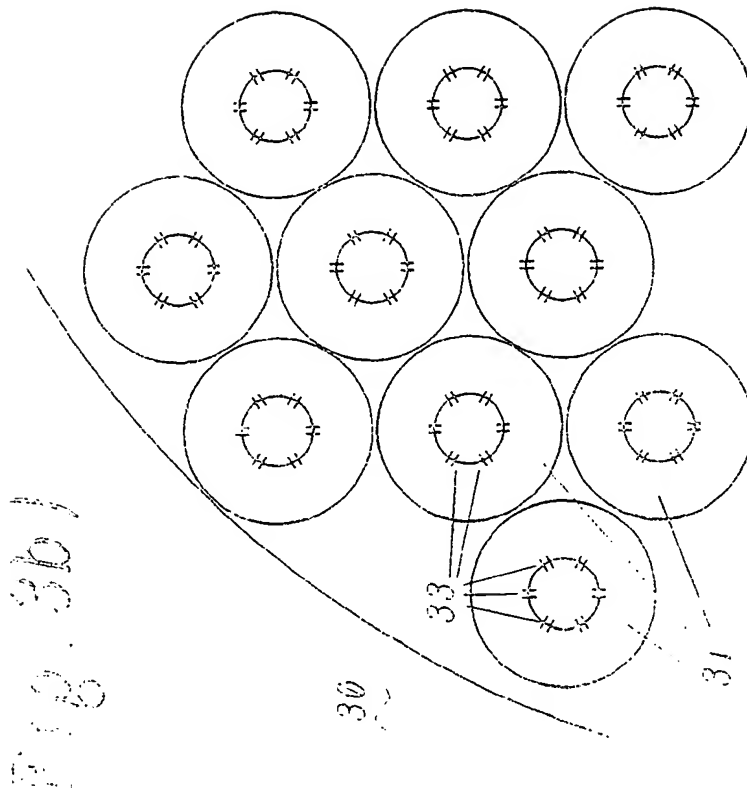


Fig. 2





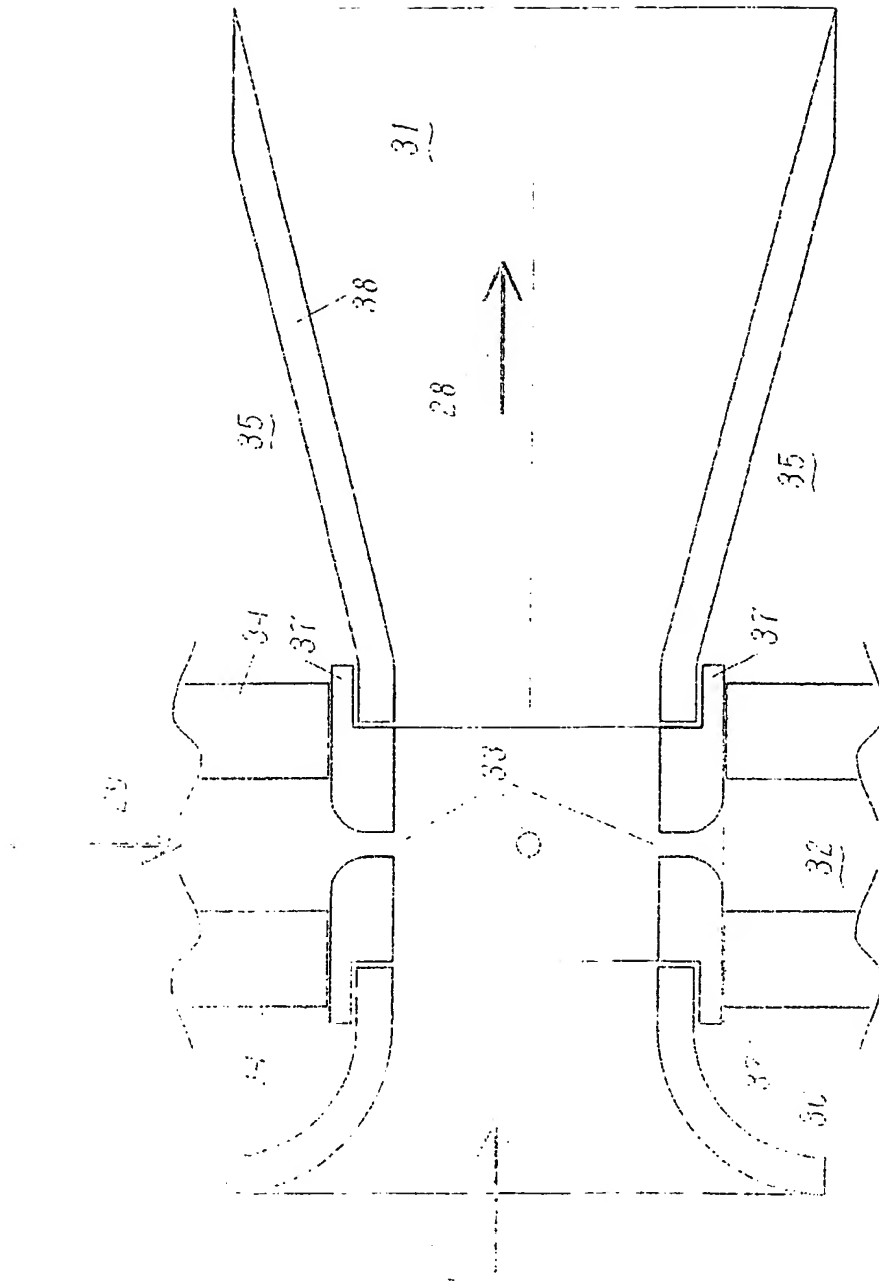


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 10 4186

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 2001/032477 A1 (SCHLOM LESLIE ET AL) 25. Oktober 2001 (2001-10-25) * das ganze Dokument *	1-3,7,9,10	F02C7/143 F02C3/30 F02C7/045 F01N3/04
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 15, 6. April 2001 (2001-04-06) & JP 2000 352320 A (NAKAMURA YOSHIHIDE), 19. Dezember 2000 (2000-12-19) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-10 *	1,2,9,10	
X	--- DE 199 13 681 A (ENTROPIE GMBH ;SAAR EN GMBH (DE)) 5. Oktober 2000 (2000-10-05) * Spalte 2, Zeile 25 - Zeile 39 *	1,9,10	
Y	WO 99 44722 A (KVAERNER SHIPS EQUIPMENT AS ;HOLE JON P (NO)) 10. September 1999 (1999-09-10) * das ganze Dokument *	5	
A	--- US 4 773 846 A (MUNK MICHAEL) 27. September 1988 (1988-09-27) * das ganze Dokument *	1,2,9	
Y	--- US 3 839 846 A (TELLER A) 8. Oktober 1974 (1974-10-08) * das ganze Dokument *	4-6,8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Y	--- US 4 845 952 A (BEEBE KENNETH W) 11. Juli 1989 (1989-07-11) * das ganze Dokument *	4-6	F02C F01N F01K
A	--- US 6 216 443 B1 (UTAMURA MOTOAKI) 17. April 2001 (2001-04-17) * das ganze Dokument *	1,9	
Y,D	--- US 6 216 443 B1 (UTAMURA MOTOAKI) 17. April 2001 (2001-04-17) * das ganze Dokument *	4-6	
A	--- US 6 216 443 B1 (UTAMURA MOTOAKI) 17. April 2001 (2001-04-17) * das ganze Dokument *	1,7,9	
	--- US 6 216 443 B1 (UTAMURA MOTOAKI) 17. April 2001 (2001-04-17) * das ganze Dokument *	8	
	--- US 6 216 443 B1 (UTAMURA MOTOAKI) 17. April 2001 (2001-04-17) * das ganze Dokument *	1,9,10	
	--- US 6 216 443 B1 (UTAMURA MOTOAKI) 17. April 2001 (2001-04-17) * das ganze Dokument *		
	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchnort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 22. Januar 2004	Prüfer Koch, R
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03 82 (P0-C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 10 4186

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 3 785 625 A (ENGALITCHEFF J) 15. Januar 1974 (1974-01-15) * das ganze Dokument * -----	1,5,7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abchlußdatum der Recherche 22. Januar 2004	Prüfer Koch, R
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

LIFO FORM 1503 03 02 (PC4003)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 10 4186

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-01-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2001032477 A1	25-10-2001	AU 3865401 A CA 2400149 A1 EP 1257349 A1 WO 0162372 A1	03-09-2001 30-08-2001 20-11-2002 30-08-2001
JP 2000352320 A	19-12-2000	KEINE	
DE 19913681 A	05-10-2000	DE 19913681 A1 AU 4284700 A WO 0058608 A1	05-10-2000 16-10-2000 05-10-2000
WO 9944722 A	10-09-1999	WO 9944722 A1 AU 6312898 A	10-09-1999 20-09-1999
US 4773846 A	27-09-1988	US 4702074 A	27-10-1987
US 3839846 A	08-10-1974	CA 965613 A1 DE 2322336 A1 GB 1435192 A	08-04-1975 22-11-1973 12-05-1976
US 4845952 A	11-07-1989	CA 1318509 C CH 680014 A5 DE 3835415 A1 JP 1163426 A US 4966001 A	01-06-1993 29-05-1992 03-05-1989 27-06-1989 30-10-1990
US 6216443 B1	17-04-2001	JP 2877098 B2 JP 9236024 A US 6598401 B1 US 2003029157 A1 CN 1456795 A CN 1162063 A ,B DE 69630359 D1 EP 1340895 A2 EP 0781909 A2 JP 11287132 A JP 2980095 B2 JP 10246127 A JP 11190228 A US 2003196439 A1 US 6286301 B1 US 6357236 B1 US 6378284 B1 US 2002026783 A1	31-03-1999 09-09-1997 29-07-2003 13-02-2003 19-11-2003 15-10-1997 20-11-2003 03-09-2003 02-07-1997 19-10-1999 22-11-1999 14-09-1998 13-07-1999 23-10-2003 11-09-2001 19-03-2002 30-04-2002 07-03-2002
US 3785625 A	15-01-1974	BE 769179 A1	28-12-1971

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 10 4186

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr

22-01-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3785625 A		CA 958977 A1	10-12-1974
		DE 2132264 A1	30-11-1972
		FR 2137394 A5	29-12-1972
		GB 1345234 A	30-01-1974
		ZA 7104199 A	28-02-1973

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang . siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.